



令和3年12月22日

建築鋼構造の耐震性向上のための新しい柱梁接合形式
～座屈拘束丸鋼ダンパーの方杖ブレースへの適用～

論文掲載

【本研究成果のポイント】

- 建築鋼構造で多く用いられる剛接合形式の柱梁接合部において1995年阪神大震災で多くの損傷が生じて以来多方面で様々な改良が進められています。
- 本研究では座屈拘束丸鋼ダンパーを方杖ブレースに適用することで、剛接合梁端部に生じる塑性変形領域を2倍以上拡大できる新しい構造を提案しています。
- 簡易設計法も構築しており大地震時にも高いエネルギー吸収性能を有し耐震性能の高い鋼構造建築物を実現することが期待されます。

【概要】

広島大学大学院先進理工系科学研究科のトクトフブヤン=ムンフウヌル大学院生、田川浩教授、陳星辰助教は、座屈拘束丸鋼ダンパーで構成される方杖ブレースを剛接合柱梁接合部に設置することで、梁端部の塑性変形領域を2倍以上に拡大するという新しい構造を提案しました。これにより梁端部の塑性変形能力を高めて地震エネルギー吸収性能を向上させることが可能となります。

提案構造を有する接合部の繰返し載荷実験により想定通りの挙動を呈することを確認し、さらに多数の有限要素解析（コンピュータシミュレーション）を通じて最適なダンパー形状を検討しています。近年国内外を問わず数多くの地震被害が報告されており、本研究成果は建築物の耐震性を高め地震に強い都市を実現していく上で有意義なものとなります。

本研究成果をまとめた論文が、Elsevier社の学術誌「Engineering Structures」に採用され、2022年1月1日号に掲載されます（オンライン版は2021年11月2日に掲載済）。

【発表論文】

- 掲載雑誌：Engineering Structures
- 論文題目：Steel rigid beam-to-column connections strengthened by buckling-restrained knee braces using round steel core bar dampers
- 著者：Togtokhbuyan Munkhunur, Hiroshi Tagawa* and Xingchen Chen
*Corresponding author(責任著者)
- DOI：10.1016/j.engstruct.2021.113431

【背景】

図1(a)に示すような柱と梁で構成される一般的な鋼構造建築物では、大地震時に部材が塑性変形し地震エネルギーを吸収するように設計されています。通常的设计では柱と梁との接合部を図1(b)に示すような剛接合とする場合が多く、柱を強くして梁端

部が塑性変形するように設計することが一般的です。図中には大地震時に塑性変形が想定される領域を黄色で示しています。1995年の阪神大震災においてこの形式の接合部に破断を含む多くの損傷が見られたため、これまでに溶接方法や接合部形状の改良に関する研究が多方面で進められています。

【研究成果の内容】

本研究では図1(c)に示す新しい接合形式を提案しています。これは丸鋼を用いたコンパクトな座屈拘束ダンパーを方杖として取り付け梁端部の塑性変形領域を拡大するという全く新しい発想に基づく接合形式です。つまり図1(b)に示した通常の剛接合では塑性化領域は梁端部付近に限定されますが、提案形式では方杖を軸降伏させることで塑性変形領域を方杖取り付け位置の内側と外側に広げることが可能となります。梁端部の塑性化領域を2倍以上拡大することにより建物に入力される地震エネルギーの吸収性能が大きく向上し高い耐震性能が期待できます。

提案接合形式の挙動が想定通りとなることを実験と有限要素解析により確認しています。実験は広島大学工学部建築構造実験棟にある反力フレームを用いて実施しました。図2に載荷実験の概要を示します。強い柱を使用することで梁端部が塑性変形するように試験体を設計しています。梁には断面がH-250×125×6×9のH形鋼を使用しており実際に近い挙動を観察することができました。試験体は全部で3体あり、比較のための方杖のない試験体と、短い方杖を用いた試験体、長い方杖を用いた試験体です。繰返し載荷実験を通じて期待通りの挙動が確認できました。

実験と並行して有限要素解析（コンピュータシミュレーション）を実施しました。シミュレーションでは実験とは異なり多数のケースを分析できます。方杖に用いる座屈拘束丸鋼ダンパーの形状を少しずつ変化させて解析を行うことで最適な寸法を見つけることができました。図3に解析結果の例を示します。固定している左側が柱に対応します。通常の剛接合モデルの図3(a)では黄色の部分つまり塑性化する領域が固定側に偏っています。他方、図3(b)に示した提案形式では塑性化する領域が2倍以上になっています。特に着目したいのが方杖ブレースに目立った変形が生じておらず、座屈拘束材が確実に丸鋼の座屈を抑止できている点です。なお高い繰返し変形性能は実験でも確認しています。以上より提案する座屈拘束丸鋼ダンパーに適切な寸法を与えることで想定通りの良好な挙動を呈することが確認できました。

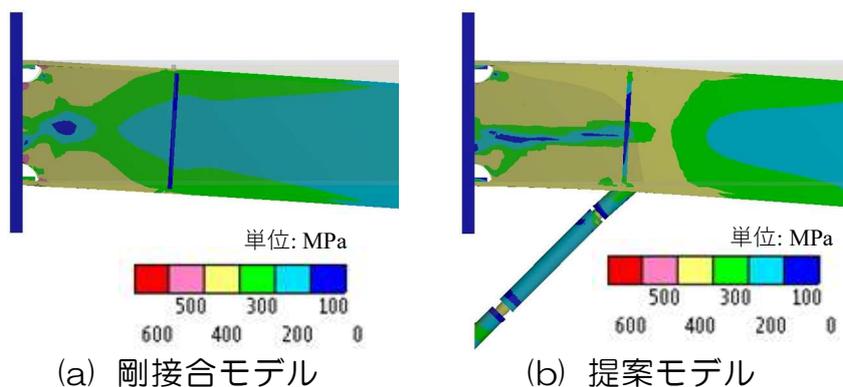
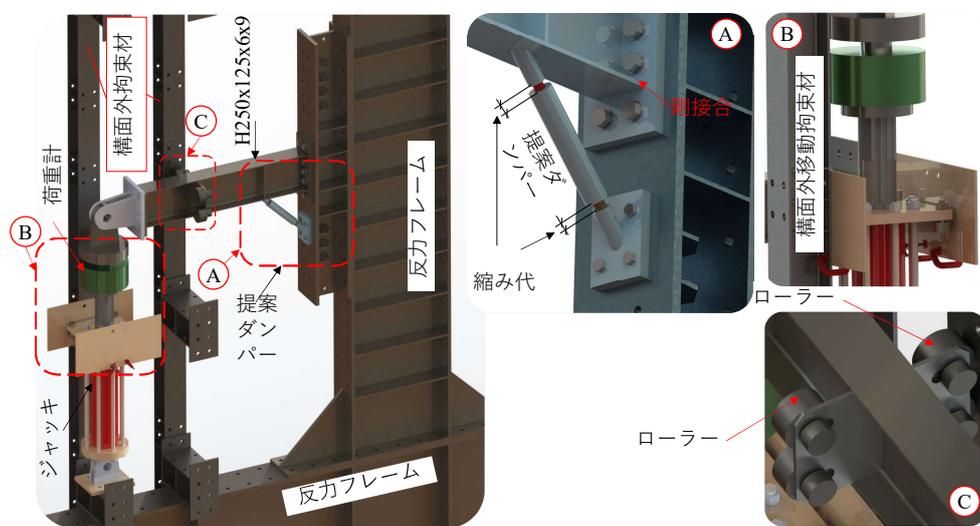
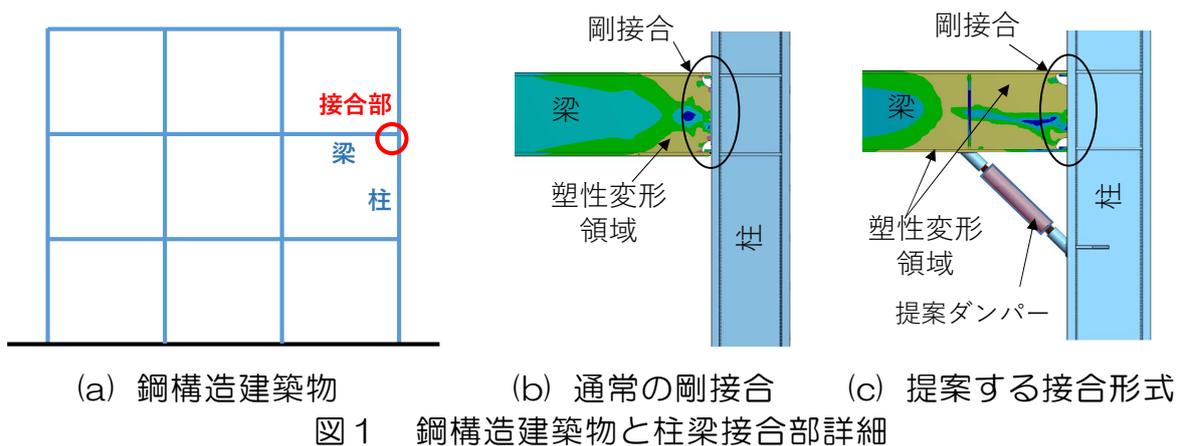
【今後の展開】

本研究では柱梁接合部にのみ着目して詳細な検討を行いました。今後の研究展開としては提案接合部が建物全体の挙動に及ぼす影響を検討することが挙げられます。例えば実際のな5階建の建築物に提案接合形式を組み込んだ場合の地震応答解析（コンピュータシミュレーション）を実施することで、建物に入力された地震エネルギーが梁端部の塑性変形により吸収される様子を詳細に分析することができます。

【用語解説】

- ※ 座屈拘束丸鋼ダンパー：軸変形する丸鋼を鋼管に挿入し座屈することなく繰返し塑性変形させ振動エネルギーを吸収する部材。
- ※ 方杖（方杖ブレース）：柱梁接合部の近傍に斜めに配置し接合部を補強する部材。
- ※ 剛接合：梁端部を柱に溶接し接合部に変形が生じないようにする接合形式。
- ※ 塑性変形：鋼材に大きな力を与えたときに生じる変形。力を除くと元に戻る弾性変形に対し、力を除いても元の形に戻らない変形のこと。提案ダンパーは鋼材が塑性変形するときのエネルギー消散特性を利用している。
- ※ 有限要素解析：構造物等を小領域に分割し、各小領域における変形を補間関数等により近似して算定し全体の挙動を予測する。

【参考図】



【お問い合わせ先】

大学院先進理工系科学研究科 教授 田川 浩
 Tel/Fax : 082-424-7799
 E-mail : htagawa@hiroshima-u.ac.jp
 発信枚数 : A 4 版 3 枚 (本票含む)